

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЛИСТОШТАМПОВОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Рассмотрены основные проблемы, с которыми сталкивается листоштамповочная отрасль на данный момент, приведен пример одной из нерешенных проблем, предложен комплексный подход к решению часто возникающих проблем путем применения машинного обучения.

Ключевые слова: листоштамповочное производство, К-фактор, машинное обучение, экспертные системы, большие данные.

THE MODERN PROBLEMS OF METAL SHEET-STAMPING INDUSTRY

The main problems faced by the metal sheet-stamping industry at the moment are considered, an example of one of the unsolved problems is given, an integrated approach to solving frequently occurring problems through the use of machine learning is proposed.

Keywords: sheet-stamping production, K-factor, machine learning, expert systems, big data.

Листоштамповочное производство — это производство, в котором в большей степени преобладают формоизменяющие операции, среди которых наиболее распространены вытяжка, гибка и формовка рифтов, теоретические основы которых складываются из наборов взаимосвязей, собранных статистическими методами, нежели чем в разделительных операциях, таких как вырубка, пробивка, надсечка, просечка и пр.

Большая часть успеха выполнения той или иной операции зависит от множества факторов, на которые невозможно повлиять, например от химического состава материала, его механических свойств, состава химического смазки и т. п., которые в свою очередь имеют диапазон изменения своих характеристик, что может значительно повлиять на физику процесса течения металла. Большое влияние на качество детали оказывают геометрические размеры и зависимости, заложенные в оснастку: зазоры, радиусы скруглений, конфигурация перетяжных ребер, углы упреждений и пр.

Почти все знания о процессах формоизменения металла построены на основе практических работ естествоиспытателей, «отцов» листовой штамповки, таких как В. П. Романовский и Л. И. Рудман. Даже в наше время можно найти данные, которые различаются в разных справочниках. В связи с этим опытные технологи на каждом производстве имеют свои уточненные данные по тем или иным процессам.

Для примера: коэффициент смещения нейтрального слоя при гибке «К-фактор» (k). В раз-

ных источниках значения данного коэффициента различны при одних и тех же отношениях радиусагиба к толщине материала R/S .

А. Воробьев в статье «К-фактор в расчете развертки» [1] провел сравнение данных, взятых из различных справочников: Рудмана [2], РТМ 34–65 [3], Романовского [4], сопромата

$$k = \frac{1}{\ln(1 + S/R)} - \frac{R}{S},$$
 Анурьева [5], DIN 6935, и дан-

ных, заложенных в САПР Компас и T-Flex, и построил графики на одних координатных осях. Полученные графики очень различаются между собой. Только лишь три из шести графиков оказались близки друг к другу: Рудман, РТМ и Романовский (рис. 1). Данные результаты можно объяснить различиями в проведении опытов, в твердости исследуемого материала, в различиях химического состава и механических свойств между отечественными и зарубежными стандартами и способе гибки, которыми были проведены опыты и набрана статистика (свободная гибка или гибка с калибровкой упругой средой). Поэтому при работе с новыми или редко используемыми металлами (42Х2ГСНМА (ВКС-1)) необходимо иметь несколько заготовок на отладку процесса штамповки и уточнения формы заготовки.

Автор данной статьи тоже столкнулся с неточностями значений коэффициента k при определенных отношениях R/S , но при значениях допусков на гнутые или формованные детали по ОСТ 100022–80 [6], даже если их ужесточать

технологически до классических ± 1 мм, вместо ± 1 для размеров свыше 20 мм, неточности значения коэффициента k становятся незначительными и ими пренебрегают.

К сожалению, многие экспериментальные данные, полученные опытными технологами, в процессе передачи опыта новому поколению теряются, и молодым специалистам приходится изучать все заново, что может значительно повысить коэффициент брака и увеличить сроки выпуска качественных деталей.

Данная проблема особенно актуальна в эпоху масштабного перевооружения машиностроительных предприятий, импортозамещения и перехода на выпуск гражданской продукции или продукции двойного назначения, которая должна быть качественной, иметь хороший дизайн и внешний вид и отвечать всем требованиям потребителя. В свою очередь, процесс создания оснастки и технологий должен быть максимально простым и быстрым, конструкции штампов простыми и надежными.

В связи с этими требованиями возникает цель — создать систему для автоматизированного проектирования технологических процессов и оснастки для изготовления штампованных деталей, с возможностью корректировки и внесения новых данных о деформации металла со слов экспертов и результатов отладки технологических процессов.

Задачи:

1. Подготовить перечень процессов, требующих автоматизации.
2. Подготовить перечень примеров для каждого процесса.
3. Найти закономерности между требуемым результатом и технологией изготовления.
4. Создать систему на основе полученных закономерностей.

Для решения поставленных задач хорошо подходят нейронные сети совместно с большими данными (Big Data).

Большие данные — это система хранения и обработки больших объемов данных. Позволяет обрабатывать не сортированные данные, находить зависимости в реальном времени по мере поступления информации в базу. Данные в систему можно загружать сразу с пресса, с тензодатчиков и мониторов во время процессов вытяжки с последующим сравнением с полученной, в процессе вытяжки, заготовкой, путем обмера ее трехмерным сканером, также введение в систему данных, влияющих на процесс изготовления. Это позволит

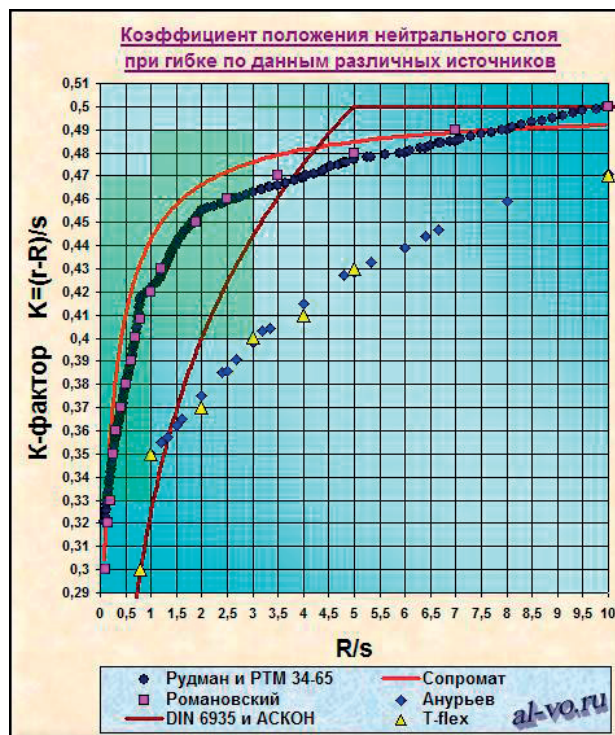


Рис. 1. Значения К-фактора в разных источниках

внести корректировки в конструкцию штампа и настройки пресса, такие как давления прижима и пуансона, и использовать полученный опыт в будущих разработках.

Нейронные сети — это достаточно сильный инструмент для полной автоматизации процессов проектирования технологических процессов и оснастки. При помощи нейронных сетей можно решить поставленные задачи путем внедрения системы в САПР и использования полученных закономерностей, выявленных при обработке большого количества готовых и отлаженных технологических процессов и конструкций штамповой оснастки, для проектирования технологий и инструмента для новых изделий.

Выводы

В данной статье были рассмотрены проблемы стоящие перед листоштамповочным производством, выявлена цель, поставлены задачи и предложен путь их решения при помощи нейронных сетей и больших данных — перспективных методов обработки информации.

Автор статьи считает применение такого тандема в процессах подготовки листоштамповочного производства уместным и своевременным. Это даст огромную экономию во времени, снимет рутинные задачи с ИТР и даст возможность быстрее занять свою нишу на рынке.

Список литературы

1. К-фактор в расчете развертки. — URL: <http://al-vo.ru/mekhanika/k-faktor-v-raschete-razvertki.html> (дата обращения: 17.10.2019).
2. Справочник конструктора штампов: Листовая штамповка / под общ. ред. Л.И. Рудмана. — Москва : Машиностроение, 1988. — 496 с. — ISBN 5-217-00249-2.
3. РТМ 34–65. Штампы листовой штамповки. Расчеты и конструирование. — Москва : Изд-во стандартов, 1966. — 270 с.
4. Романовский В. П. Справочник по холодной штамповки. — 6-е изд. / В.П. Романовский. — Ленинград : Машиностроение, 1979.
5. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя : в 3-х т. Т. 1 / В.И. Анурьев. — 9-е изд., перераб. и доп. ; под ред. И. Н. Жестковой. — Москва : Машиностроение, 2006. — 928 с. — ISBN 978-5-9906087-7-1.
6. ОСТ 100022–80. Предельные отклонения размеров от 0,1 до 10000 мм и допуски формы и расположения поверхностей, не указанные на чертеже. 19.09.1980 Утвержден Министерством 087–16/5. Актуализация 01.01.2019.